



東京大学理学系研究科・理学部ニュース

2007年7月号 39巻2号

<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/>



～附属施設探訪 本郷編 地殻化学実験施設より～

トピックス

オープンキャンパス 2007 ～みなさん、理学の世界へようこそ～	中村 栄一 (化学専攻 教授), 井原 泰雄 (生物科学専攻 講師), 森岡 優志 (地球惑星科学専攻 大学院生) …………… 3
女子高校生のためのサイエンスカフェ, 開催される	野中 勝 (生物科学専攻 教授), 横山 広美 (広報室 准教授) … 4
田中秀実博士の台湾中央大学名誉メダル受賞	松浦 充宏 (地球惑星科学専攻 教授) …………… 4
先端レーザー科学教育研究コンソーシアム設立	山内 薫 (化学専攻 教授) …………… 5
植物園で開かれた学生・教職員交歓会	邑田 仁 (附属植物園 教授) …………… 5
第1回理学部学生選抜国際派遣プログラム	五所恵実子 (国際交流室 講師) …………… 6

研究ニュース

Src キナーゼ活性の生細胞内イメージング	一杉 太郎 (総合文化研究科 博士研究員) ※, 梅澤 喜夫 (化学専攻 名誉教授) …………… 10
ゆっくり地震のスケール法則	井出 哲 (地球惑星科学専攻 講師) …………… 11

連載：理学のキーワード 第8回

「概日時計」	深田 吉孝 (生物化学専攻 教授) …………… 12
「元素代替」	一杉 太郎 (化学専攻 助教) ※ …………… 12
「スノーボールアース」	田近 英一 (地球惑星科学専攻 准教授) …………… 13
「超紐理論」	松尾 泰 (物理学専攻 教授) …………… 13
「量子暗号」	村尾 美緒 (物理学専攻 准教授) …………… 14
「視覚とウェーブレット・フレーム」	新井 仁之 (数理科学研究科 教授) …………… 14

理学系探訪シリーズ：附属施設探訪 本郷編

第2回 地殻化学実験施設	野津 憲治 (附属地殻化学実験施設 教授) …………… 15
--------------	--------------------------------

お知らせ

二宮敏行先生のご逝去を悼む	木村 薫 (新領域創成科学研究科 教授) …………… 18
人事異動報告	…………… 18
東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧	…………… 18
木曾観測所一般公開のお知らせ	中田 好一 (附属天文学教育研究センター 教授) …………… 19

■表紙 広大なカルデラで有名な阿蘇山では、中央火口丘群を構成する中岳で有史後も噴火を繰り返している。中岳山頂の7つの火口の中で深さ約150mの第一火口の底には強酸性の熱湯が溜まっており、その脇から火山ガスが勢よく放出している。地形的に火山ガスの採取は不可能で、その化学組成を知るためには地殻化学実験施設で開発を進めてきた赤外吸収分光を用いた遠隔測定が威力を発揮する。

※ 研究ニュース、「Src キナーゼ活性の生細胞内イメージング」の著者の一杉太郎氏と、連載：理学のキーワード、「元素代替」の著者の一杉太郎氏は同姓同名の別の方です。

オープンキャンパス 2007 ～みなさん、理学の世界へようこそ～

理学部オープンキャンパス委員会委員長 中村 栄一（化学専攻 教授）

理学の世界へようこそ。皆様のご来学を心から歓迎します。このオープンキャンパスでは、皆様に理学の魅力を一瞬、存分に体感していただきたいと思っております。理学部に在籍する学部学生、大学院生、博士研究員、教員、職員らメンバー総出で、日ごろの活動の成果を皆様にお伝えしたいと張り切っております。

もしあなたが高校生なら「東大生の生活はどんなかな？ 東大生はどんな高校生活を送ったのかな？」、大学生なら「大学院生はなにをやっているのかな？」など

の疑問をもっておられるかもしれません。各学科の展示近くに設けられた「コミュニケーションスペース」で大学生や大学院生に話を聞いてください。

それではそもそも「理学部」は何をやるところなのでしょう。森羅万象に潜む「なぜ」を解明すること、未知の新物質を造り出すことなどが理学部の研究です。また先端的研究活動を行う一方で、世界をリードする若い人材を育てることが理学部の仕事です。卒業生の活躍の場は、純粋の自然科学研

究から石油に代わる新しいエネルギーの開発研究まで、大きく社会に広がっています。本日、理学部を訪れた皆さんと、近い将来この理学の世界で再びお目にかかることを楽しみにしています。

なお本日、展示されている研究成果の多くが文部科学省科学研究費補助金、また日本学術振興会や科学技術振興機構の提供する日本国政府の競争的研究資金を用いて行なわれたものであることを申し添えます。

理学部 2号館も公開中 ～生物学科のオープンキャンパス～

井原 泰雄（生物科学専攻 講師）

赤門から本郷キャンパスに入って右手の奥に、理学部 2号館があります。一見して歴史の深いこの建物は、1934年に完成したもので、以来、生物学科の研究教育活動の拠点となっています。普段は関係者以外が立ち入ることのない場所ですが、オープンキャンパスの日には、生物学科の会場として公開され、大勢の見学者が訪れます。生物学に興味のある方にとっては、最先端の研究や教育の現場にふれる絶好の機会です。理学部オープ

ンキャンパスの中心となる 1号館からは少し離れていますが、キャンパスの散策がてら、ぜひ足を運んでみてください。

生物学科では、分子、細胞、組織、個体、集団など、生命現象のさまざまなレベルについて、多様な手法を用いた研究を行っています。オープンキャンパスでは、教員による講演会と研究室の見学会を通じて、生物学の面白さと奥深さを直に感じることができます。昨年の講演会では、「生き物は動くーウニ精子で探る細胞運動のメカニズムー」、「植物のかたちを考える」、「普遍性から多様性・進化へ」、「模倣の意義と進化」など、多岐に渡る話題が取り上げられました。また、「もっとたくさん

の研究室を見てみたい」という声にお応えして、今年はより多くの研究室を公開する予定です。

※ 展示の詳細は当日配布するパンフレットをご覧ください。

※ 当日は理学部 1号館全体受付で受付をしてからお越しください。



■ 本郷キャンパスの地図

今年もやります、 コミュニケーションスペース！

森岡 優志（地球惑星科学専攻 修士1年）

皆さんの「??」に理学部の学生がお答えします。

理学の面白さってなんだろう、進路を決めたいけど何をやりたいのかははっきりしない、理学部の人って将来どんな仕事をするのだろう。昨年のコミュニケーションスペースではこのような質問が数多くありました。そこでは皆さんが理学に対して関心のあることや疑問に思うことなど、現役の学生に直接、相談するこ

とができます。

一年に一度の理学部オープンキャンパス。実際に学生の生の声を聞いてみませんか?? 普段聞けないような学生生活や授業のことなど貴重な話が聞けるかもしれません。皆さんとも年齢が近いのできっと話しやすいはず。中には展示に関する鋭い質問もあり回答に困ることもありましたが、昨年は皆さんから好評をいただきました。

したがって、今年もやります、コミュニケーションスペース！皆さんの将来のきっかけとなるアドバイスができるよう現役の学生がお手伝いをします。ぜひ一度、

コミュニケーションスペースへ足を運んでみてください。その中で皆さんに何か新しい発見があることを望んでおります。皆さんのご来訪お待ちしております。



■ 昨年の、地球惑星学科・地球惑星環境学科のコミュニケーションスペースの様子

女子高校生のためのサイエンスカフェ、開催される

広報委員長 野中 勝 (生物科学専攻 教授)、
横山 広美 (広報室 准教授)

「ディズニーランドよりも楽しかった！」
終了後に2人の高校生が駆け寄って、
そう感想を述べた。サイエンスとディズ
ニーランドは比較するものではないが、
女子高校生として最高の褒め言葉だろう。
2007年6月17日(日)、理学部主催と
しては2月に引き続き2回目の、また
“女子高校生のための”と銘打ったもの
としては初めてのサイエンスカフェ本郷
が開催された。

当日は先着順で選ばれた55名の女子
生徒が、秋田県や新潟県などの遠方を含
む日本各地から集まった。当初、緊張気
味だった参加者も、通常の講演と違って
リラックスした雰囲気の中で進むカフェ
に次第に打ち解け、最後は予定の時間が
きても立ち去りがたい様子をみせていた。
女子生徒の理系進学はまだ低い。中には
理系を希望しても、将来を懸念する学校
の先生や両親に反対されるケースもある。

潜在的な力をもつ女子生徒に理学の魅
力を語り、理系進学を支援することは、
やがては理学全体の発展につながる。
女子高校生のためのサイエンスカフェは、
このような視点から山本智前広報委員長
の主導のもと立案・計画され、今回、
実現に至った。

当日は大月祥子博士(地球惑星
科学専攻)の講演、テーブルごとに分か
れての大学院生とのディスカッション、
最後に研究室見学と、充実したプログラム

が用意された。どれも好評であったが、
「大学院生と話ができることがとてもよ
かった」という意見がたいへん多く見ら
れた。10年後の自分の姿を想像しながら、
具体的な話ができたとよかったよう
である。

「理系に行こうと思いました」。そのよ
うに感想を述べてくれた生徒もいた。た
いへんうれしいことである。今後も女子
生徒の理系進学を支援する活動を続けて
いきたい。



■ ディスカッション・ティータイムに講師の大月氏、大学院生と話す参加者たち

田中秀実博士の台湾中央大学 名誉メダル受賞

松浦 充宏 (地球惑星科学専攻 教授)

地球惑星科学専攻講師の田中秀実博士に、
台湾国立中央大学から名誉メダルが授与
されました。田中博士は、地震断層の野
外調査やボーリング調査を行い、そこで
採取したサンプルを物質科学的に分析して、
地震がなぜ起きるのかを研究する「断層
物質科学」の第一人者です。今回の受賞は、
台湾中部に大きな被害をもたらした1999年
のチチ(Chi-Chi)地震の原因であるチェル
ンプ(Chelungpu)断層の掘削プロジェクト
(Taiwan Chelungpu-fault Drilling Project)
を成功に導き、プロジェクトチームと協力

して地震断層研究の大きな成果を挙げた
ことに対するものです。

実際、田中博士は、このプロジェクト
に情熱をもって加わり、長年培ってきた
断層掘削およびコアサンプル分析の経験
と知識のすべてを注ぎ込みました。この
ことが実を結び、名誉メダルの受賞と
なったのですから、研究者冥利に尽きる
と思います。固体地球科学グループの同
僚として、田中博士に心から「おめでとう」
を申し上げます。名誉メダルの授与式は、
2007年6月10日に台湾国立中央大学
地球科学院で行われました。東京大学
大学院理学系研究科と台湾国立中央大学
地球科学院は、今年から学術交流協定
を結ぶことになりました。理学系研究科
で交流を推進するのは地球惑星科学専攻



■ 田中秀実講師

ですが、この学術交流協定締結の背景
には、田中博士のチェルンプ断層掘削
プロジェクトへの多大な貢献と、その
後の共同研究を通じた密接な研究者交流
があります。この点でも田中博士に感謝
したいと思います。

先端レーザー科学教育研究 コンソーシアム設立

山内 薫 (化学専攻 教授)

レーザーやフォトンクスという言葉に代表されるように、光に関すること、そして、光を用いて物質を調べるという光科学分野の研究と技術開発の成果は、今や、密接にわれわれの生活に結びついています。日本では、基礎科学から産業分野に至るまで、光科学分野の研究者層は厚く世界をリードしています。この潮流の中で、わが国がこれまで培ってきた実績を活かし、先端光科学分野において国際的に活躍することのできる次世代を担う人材の育成に組織的に取り組むために、文部科学省特別教育研究経費（教育改革）事業「先端レーザー科学教育研究コンソーシアム」が2007年度4月に発足いたしました。

このコンソーシアムは、大学院理学系研究科附属「超高速強光子場科学研究センター」が中心となり、大学院工学系研究科附属「量子相エレクトロニクス研究

センター」、「総合研究機構レーザーアライアンス」と協力して、東京大学の「理工連携事業」として推進するもので、従来、分散して行われてきた学部および大学院教育の講義について、フロンティア研究と密接に連携させつつ、カリキュラムの系統的再構築を行います。このコンソーシアムの特徴は、東京大学だけでなく、光科学分野の教育に実績のある電気通信大学や慶応義塾大学をはじめとする大学、研究機関、そして、先端光科学産業を支える企業が協力し、人材教育のための協力体制を構築することにあります。

本教育研究コンソーシアムでは、本年10月より、パイロットプログラムとして、東大、電通大、慶応大のおもに修士課程の大学院学生を対象として先端光科学の講義および実験・実習を、理学系研究科化学専攻「講義室」および「先端レーザー科学教育研究コンソーシアム実験室」において行います。2008年度より、単位互換制度のもと、大学院講義「先端光科学講義」、「先端光科学実験」を開講いたします。キヤノン、アイシン精機、浜松ホトニクス、三菱電機をはじめと



Consortium on Education and Research
on Advanced Laser Science

■ 先端レーザー科学教育研究コンソーシアムのロゴ

する9社の企業が、実験・実習に参加することになり、先端光関連企業の研究開発の現場研究者から、イノベーションテーマや、先端レーザー科学により解決されるべき課題等について直接に問題提起を受け、次世代をになう若手人材育成に取り組みます。

2007年4月24日(火)には、小柴ホールにて記者発表が行われ、引き続き発足の式典と講演会が行われました。式典では、岡村定矩理事・副学長、山本正幸理学系研究科長、松本洋一郎工学系研究科長、益田隆司電気通信大学学長から来賓の挨拶があり、その後の講演会では活発な質疑応答があり、翌日以降、新聞各社紙面にて、本コンソーシアムの取り組みが相次いで紹介されました。

植物園で開かれた 学生・教職員交歓会

植物園園長 邑田 仁
(附属植物園 教授)

理学系研究科・理学部の学生・教職員交歓会は5月に附属植物園で行うことが恒例となっており、本年は2007年5月21日(月)午後3時から開催された。さわやかに晴れた例年にない好天で、585名(学生498名、教職員84名、名誉教授3名)が参加した。学生有志と職員により、飲み物と軽食がサービスされ、参加者はそれらを手にしてまだ新緑の明るさを保っている桜(ソメイヨシノ)の下に思い思いにたたずみ、また敷物を敷いて車座となり、大いに

話がはずんで交歓会の目的が達成された様子であった。

当日は公開温室や、一般には公開していない研究温室も公開され、数人ずつまとまって散策するグループがいくつも見られた。世界的に見ても他の施設ではめったに見られない希少植物や、温室を

利用して行われている小笠原諸島の固有絶滅危惧植物の保全・増殖の状態などを見て、研究植物園の雰囲気を感じていただけかと思う。東京大学の学生証、職員証の提示により休園日以外は無料で入園できるので、普段からもっと利用していただければ幸いです。



■ 小笠原諸島固有絶滅危惧植物の保全・増殖が行われている植物園の研究温室(6号室)

第1回理学部学生選抜国際派遣プログラム - ハーバード大学, MIT -

五所 恵実子 (国際交流室 講師)

理学部では海外の大学を訪問することで学生が国際的視野を広げ、幅広い活動ができることを目的として、1998年度より「理学部海外渡航制度」を設け、これまでにのべ67名の理学部生がインディアナ大学 (米国)、韓国科学技術院 (KAIST) およびソウル大学 (韓国)、復旦大学 (中国)、ルイ・パスツール大学 (フランス)、パドバ大学 (イタリア)、UCバークレーおよびスタンフォード大学 (米国) を訪問した。2006年度からは将来、世界で活躍できる優秀な理学部生を派遣することをプログラムの重点に置き、名称も新たに「理学部学生選抜国際派遣プログラム (ESSVAP: Elite Science Student Visit Abroad Program)」として実施している。

新しいプログラムでは参加者の選別にさいして、1人当たりの面接時間を多く取るため、書類選考と面接の二段階選抜とし、書類選考 (申請書、申請理由書、成績証明書等) を通過した20名に対して1人約8分の英語による面接を行っている。参加募集人数は10名で対象は理学部3・4年生。募集は秋に行われ、国際交流室および各学科の掲示板に掲示される。選考では、若いうちに海外経験の機会を与えることで将来、研究者として世界レベルで活躍する学生を育てるという理念のもと、成績が優秀で英語によるコミュニケーションが十分に取れ、プログラムへの参加経験を自他ともに十分に活かせる学生を選抜している。これまでの海外渡航制度と同様、このプログラムの一番の特徴は参加者の往復渡航費および滞在費を理学部が負担 (1人あたり約20万円) していることであり、学部生の海外訪問で大学が費用を賄っているものとしては他にほとんど例がない、貴

重なプログラムである。なお、参加者は帰国後、報告書を日本語と英語で作成し、自分達の体験を他の理学部生にも還元することになっている。

今回の第1回理学部学生選抜国際派遣プログラムでは41名の応募者の中から選ばれた10名の学生が、2007年3月6日から15日にかけての10日間、アメリカのハーバード大学とマサチューセッツ工科大学 (MIT) を訪問した。

3月上旬だというのに夕方、ボストンのローガン空港に着いた時の気温はマイナス15度。その後、晴天にもかかわらず真冬なみの寒さが3日間続いたが、幸い後半には気温も上昇し、ようやく春の訪れを感じることが出来た。そして、毎朝、宿泊先のホテルで朝食を取ると、1週間乗り放題で15ドルのパスを使い、皆で地下鉄を乗り継いで大学のキャンパスへと向かった。

ハーバード大学は1636年設立、学生数約2万人 (学部生数6,600人余り) の全米最古の私立大学である。広大なキャンパスは町と一体化し、まるでヨーロッパを思わせるレンガ造りの建物がキャンパスのあちこちに建っているが、中でもハーバードヤードにあるワイドナー図書館の大きさと存在感には圧倒される。ハーバード大学では学部1年生は全員キャンパス内の寮で生活し、構内に数多くあ

る図書館のいくつかは24時間開館するなど、学業に専念できる環境が整っている。一方のMITは1861年設立、学生数約1万人 (学部生約4,100人) の私立大学。約68万平方メートルの広大なキャンパスには近未来を思わせる独創的な建物が点在し、創造的な雰囲気と空間を醸し出していた。2つの大学は地理的に近いことから学生や研究者同士の交流も多く、学生は互いの大学の授業を受講することができる。

今回、ハーバード大学では化学・物質科学専攻教授のシンシア・フレンド (C. Friend) 先生のお話を伺い、研究室を訪問させていただいた他、MARSEC (Materials Research Science and Engineering Center)、NSEC (Nanoscale Science and Engineering Center) の二つ



■ ハーバード大学の学生ガイドキャンパスツアー

の研究所も見学し、実際に学際的な研究が行われている現場を見ることができた。

MITではPSFC（Plasma Science and Fusion Center）を訪問し、複数の先生方による講義と実験施設の見学の後、短い時間ではあったが現在、留学中の日本人学生の方と会って話を聞くこともできた。また1987年にノーベル生理学・医学賞を受賞され、欧米生活が40年以上にわたるといふ利根川進先生にお目にかかり、2時間半にわたってアメリカの研究・教育環境についてお話しいただいたりPicower Institute内の研究室を直接、案内していただいたりした。そのほか、MIT-Japanプログラムオフィス主催でMITの学生とインド料理の夕食を取りながらのディスカッションで交流する機会にも恵まれた。

プログラムでは個別の研究室訪問や研究室・研究所の見学、両大学の学生との交流のほか、実際に留学中の日本人学生（ハーバード大学、MITには東大出身の学生が何人も留学しており、互いに横のネットワークでつながっているようである）と話す機会を得るなど、実質7日間の滞在ながら2つの大学が地下鉄で2駅の距離しか離れていないという地の利を活かし、学生達は世界トップレベルの大学について多くを見、聞き、学んだようである。今回が海外初体験という学生も何人かいたが、これまで日本でしっかり語学を学んできた成果を発揮して英語によるコミュニケーションもとくに問題なく、短時間で実に多くのことを吸収してきている。学科も学年も異なる10名がそれぞれ自分の目で見て直接、経験し、感じたことは、きっとこれからの人生において目には見えない大きな財産として生きていくであろう。

プログラムの実施に際しては国際交流委員の先生方を始め、理学系研究科の先生方に多大なるご支援・ご協力をいただき、また訪問先のハーバード大学、MITの教職員の皆様、そして学生さんには凍えるような寒さの中、温かく迎



■ ワイドナー記念図書館（ハーバード大学）

え受け入れていただきどんなに有り難かったことか、この場をお借りして深く感謝申し上げたい。これまで過去6回の海外渡航制度に参加した学生、そして今回、新たな派遣プログラムに参加した学生を見て思うのは、彼らは輝きを秘めた原石であり、理学部は磨けば磨くほど輝く学生という宝をもっているということである。きっと彼らこそがこれからの東大、日本、世界を作っていくのだろう。今回プログラムに参加した学生の1人が感想で「理学は世

界のものだと感じた」と述べていたが、ぜひこれからも1人でも多くの学生にこの体験をしていただきたいと思う。

なお、次回の第2回理学部学生選抜国際派遣プログラムの訪問先および募集については9月に国際交流室のホームページ（[http://www.s.u-tokyo.ac.jp/ilo/home/ShortExchangeProgram\(J\).htm](http://www.s.u-tokyo.ac.jp/ilo/home/ShortExchangeProgram(J).htm)）に掲載の予定で、希望者には報告書を配布している。プログラムおよび報告書についての問い合わせは理学部国際交流室（ilo@adm.s.u-tokyo.ac.jp）まで。



■ MITの象徴、Rogers Building



■ 斬新なMITの建物

プログラムに参加して ～学生の感想～

ハーバード大学とMITを訪問して驚かされたのは何よりもその大きさです。東京大学のキャンパスも日本では大きい部類ですが、向こうの大学はキャンパスというよりもむしろ街という形容が正しいほどの広さです。建物の内も外も十分なスペースがとられていて、人が多くても混雑した印象はありません。ハーバードは周辺の土地を買い取って、いまだにキャンパス拡張を続けているとのこと。建物についてもハーバードは歴史を感じさせ、MITは新しく綺麗という違いはあれ、どちらも威風堂々とした趣をそなえています。研究や教育はもちろんなのですが、キャンパスを見るだけでもさすがに世界でトップクラスの大学だと思いました。

(物理学科4年, 高吉 慎太郎)

今回の滞在ではさまざまな経験、人との出会いがありひじょうに有意義な時間を過ごせました。まず、参加者各自が滞在中の約半分の予定を立てる、という手作り感がESSVAPの特徴のひとつです。とくに自分であらかじめ先方と連絡をとっての訪問は、最初不安でしたが、他ではできない貴重な体験になりま

した。また、現地の学生とのディスカッションでは話題が色々広がり、とても楽しめました。数学科については両校とも落ち着いた雰囲気での印象を受けました。そして大学院生のレベルがひじょうに高かったです。今回、両校の規模、伝統、経済力にはひじょうに驚かされましたが、一方で、東大の世界で通用する面や優れている面もわかった気がしました。

(数学科3年, 金澤 篤)

今回ESSVAPに参加できて意義深かったのは、ハーバード大学とMITでの研究活動や学生生活を、そこにいる人々と触れあう中で直接、経験する機会が得られたことです。学生とのディスカッションや、自分が興味をもった分野の教授への個人訪問など多くの貴重な体験をすることができました。そうした中で強く感じたのは、彼らが新しいものごとに対してオープンな姿勢をもっているということです。多様な考え方を重視していて、日頃は意識しない日本での生活についても新たな視点から見られるよう

になりました。また休日にはボストンを現地の学生とまわったりと、多くの人や文化に触れることができるのもこのプログラムの魅力だと感じています。

(物理学科3年, 門内 晶彦)

今まで伝聞でしかなかったアメリカの大学に肌で触れることができ、印象が変わった。

キャンパスのスケールの大きさや人種の多様性などには圧倒されたが、現地の学生達との交流を通して彼らが同じように楽しんだり悩んだりしながら勉強・研究に励んでいる様子を知り、大きな親近感、そして仲間意識を覚えた。

とは言え、アメリカと日本の大学では制度自体とその背景にある習慣・哲学が異なる。違う制度のもとで生活を送っている研究者の方々のお話は、今後の進路を考える上でたいへん参考になった。また、日米を対比することで、今まで見過ごしていた日本のいくつかの特徴に気づき、普段の生き方を見直す新たな視点を得られた。

(物理学科3年, 藤井 友香)

ESSVAPに参加して1番印象に残ったことは、日本から留学している学生との交流です。10日間の滞在中に、MITとハーバードの両大学で多くの日本人留学生と話をすることがありました。一緒に食事をしながら、彼らは留学までの経緯や大学生活のことについて詳しく教えてくれ



■ 利根川進先生(左から3番目)と一緒に記念撮影

ました。私が話をした学生は皆、自分の留学に満足しており、学生生活を十分に楽しんでいる様子でした。言葉の問題を含め、はじめはたいへんなことばかりだったようですが、そのぶん充実した毎日を送っているようです。留学をすることはひとつの挑戦だと思いますが、それを達成した彼らの言葉には重みがありました。彼らとの交流は貴重な経験でした。

(物理学科3年, 荒井 慧悟)

プログラムに参加して印象深く、有意義だったことは、さまざまな先生、学生の方々のお話を伺えたことなどたくさんありますが、その中で応募した時点であまり予想していなかったことで、有意義な経験となったものが、現地で学んでいる日本人留学生の方々とお話する機会があったことです。今まで留学することというのはあまり身近なことではなく、どこか遠い話のような気がしていました。しかし、海外の大学で学ぶことの大変さや、なぜ留学しようと思ったのかなどを実際にお聞きすることができたことはとても良い経験となりました。

(地球惑星物理学科4年, 川上 悦子)

私は2005年8月から1年間、米国イリノイ大学に留学していた。その私がさらにESSVAPに応募したのは、留学経験を通して海外の大学院への正規進学を視野に入れ始めたからである。所属を希望する研究室の見学は誰しもしたいと思うもの。加えて他の理学部生との交流や、特殊な施設の見学など、さまざまな+αのあるところが魅力的だった。

実際に、プログラムでは個別のラボ訪問の時間が多く取られ、研究室見学という目的は大いに達成された。東大理学部の official な紹介状をもっていくことは、個人でいくよりやはり歓迎されたと思っている。また現地の日本人大学院生の生の声を聞く機会も多かった。

訪問校への留学を考える人には、ぜひ

チャレンジしてほしいプログラムだと思う。

(化学科3年, 白水 美佳)

広大なキャンパスとレンガ造りの美しいハーバードの建物、MITの個性的な建物、そして凍えるような寒さや多すぎる食事、どれをとってもとても印象的な滞在でした。今回のプログラムを通してもっとも強く感じたことは大学院教育における日本とアメリカの違いです。研究をするという面においても、経済的な面においても大きな違いがあると思いました。以前から両者に違いがあるということは知っていたつもりでしたが、実際に現地で学生や教授と話すことでそれまでの印象が変わったということが数多くありました。また、ハーバードの日本人の大学院生の方々とお話できたことも良かったです。このような貴重な経験ができて本当に良かったと思います。

(生物化学科3年, 中山 博文)

訪問先での学生との交流などを通して、大学入試や教育制度の違いを直接、聞いたり、学生生活の違いを肌で感じたりしたことは、翻って自分自身を振り返るきっかけになりました。また、個人的な研究室訪問の際には、初対面の教授に“Hi, Momoko!”と声を掛けられたのにはびっくりし、アメリカの水平感覚を垣間見ました。つたない英語でも一生懸命に

話したら聞いてもらえましたが、もどかしい思いをしたのも事実です。今回、サイエンス・英語力などさまざまな点において自分にいかに多くのことが足りないのか痛感させられたことで、今後一層努力していこうという思いが強くなりました。ひじょうに貴重な機会を与えていただいたことに、心より感謝しています。

(生物学科4年, 池内 桃子)

海外の大学ってどんなところだと思いますか。日本の大学とどう違うのでしょうか。もちろん、調べればある程度はわかります。しかし、実際に現地へ赴いて肌で体験してくるのとは、受ける印象や得られるものに雲泥の差があることを心に留めておいてください。今回の渡航では、なぜアメリカの大学が世界中の研究者を惹きつけてやまないのか、その理由がおぼろげながらも理解できただけでなく、現地の人々との交流を通じて実に貴重な体験をすることができました。限られた字数のためESSVAPで得られたもののすべてをお伝えすることはできませんが、この文章を読んでくださった方にはぜひ次回の渡航に参加し、実りある滞在をしていただけたらと思います。

(生物化学科3年, 海老原 章記)

*学年は、2007年3月の渡航時のものを記載しました。



■ ボストン最後の夜、名物のロブスターと共に

Src キナーゼ活性の生細胞内イメージング

— 男性, 女性ホルモン刺激により乳癌細胞内の異なる場所で活性化する Src —

一杉 太郎 (総合文化研究科 博士研究員), 梅澤 喜夫 (化学専攻 名誉教授)

Src は癌細胞の増殖に深く関わるタンパク質である。しかしながら、たとえば発生率および進行度に男女差のある乳癌などにおいて、どのように男女差をつけてこの Src が働いているのかわかっていない。そこで本研究では「Src の活性化を、細胞が生きのまま検出する蛍光プローブ分子 TM-Srcus の開発」を行い、これを用いて男性、女性ホルモン刺激による乳癌細胞での Src の活性化の違いを観察することとした。

TM-Srcus は複数のドメインからなるキメラタンパク質である。その基本骨格は局在ドメイン (図 1 ①), 基質ドメイン (図 1 ②), リン酸化チロシン認識ドメイン (図 1 ③), そして蛍光団 (図 1 ④) 蛍光ドメイン CFP と ⑤ 蛍光ドメイン YFP) の四つの部分からなっている。これら各ドメインはそれぞれ遺伝子工学的手法により結合させることができる。結合した遺伝子をリポフェクション法により遺伝子導入すると図 1 に示したようなキメラタンパク質が細胞内で発現する。

Src が活性化すると、その活性化に伴い基質ドメイン内にあるチロシンが特異的にリン酸化され、リン酸化認識ドメインがそれを認識して結合する。

すると、図 1 に示すような構造変化が起きて、シアン色蛍光タンパク質 (CFP) と黄色蛍光タンパク質 (YFP) の相対的な距離が近づき、蛍光共鳴エネルギー移動 (FRET: Fluorescent Resonance Energy Transfer, 理学部ニュース 2007 年 1 月号 9 ページ参照) が生じられる。FRET が生じられると、CFP と YFP の蛍光強度比 (CFP/YFP) が下がる。この蛍光強度比の変化を、Src の活性化の指標とした。

典型的な女性ヒト乳癌由来の細胞である MCF-7 細胞に TM-Srcus を発現させた後、女性ホルモンであるエストロジェン (E2) で細胞を刺激し、その様子を蛍光顕微鏡下で観察した。その結果、E2 刺激に伴い細胞膜および細胞内膜 (ゴルジ体や小胞体等の膜) で Src が活性化している様子が観察された (図 2 上段)。いっぽう、男性ホルモンであるアンドロジェン (DHT) 刺激の場合は、Src の活性化は細胞膜のみで起きていた (図 2 下段)。女性乳癌細胞である MCF-7 細胞の場合はエストロジェンにより Src の活性化がより内部へと伝播しているということ

を初めて見出した。

従来まで E2, DHT のどちらも Src を活性化することが知られていたが、これら男女性ホルモンで Src の活性化がどのように違うかまったくわかっていなかった。今回、開発した新しい蛍光分子による Src の活性化の生細胞での時空間分析により男性、女性ホルモンでは Src の活性化する場所が違うということが初めて明らかになった。これにより発生率に男女差のある乳癌の細胞増殖に関するメカニズムの一端が明らかになり、今後は乳癌の抗癌剤の開発が進む可能性がある。本研究は、T. Hitosugi, K. Sasaki, M. Sato, Y. Suzuki, Y. Umezawa, *J. Biol. Chem.*, **282**, 10697-10706, 2007 に掲載された。

(2007 年 4 月 4 日プレスリリース)

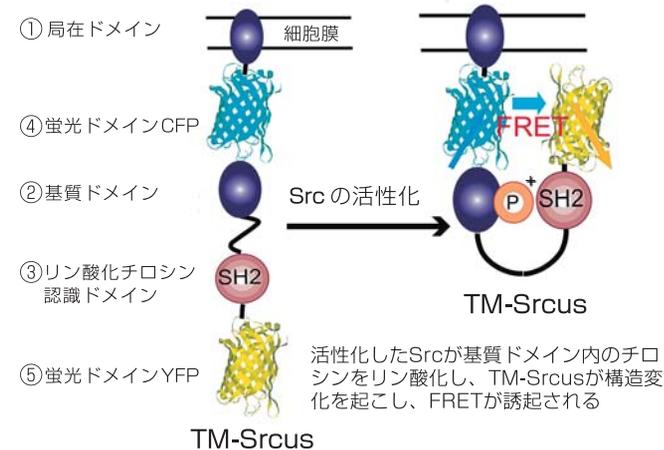


図 1: 蛍光プローブ分子 TM-Srcus による Src の活性化の検出のしくみ

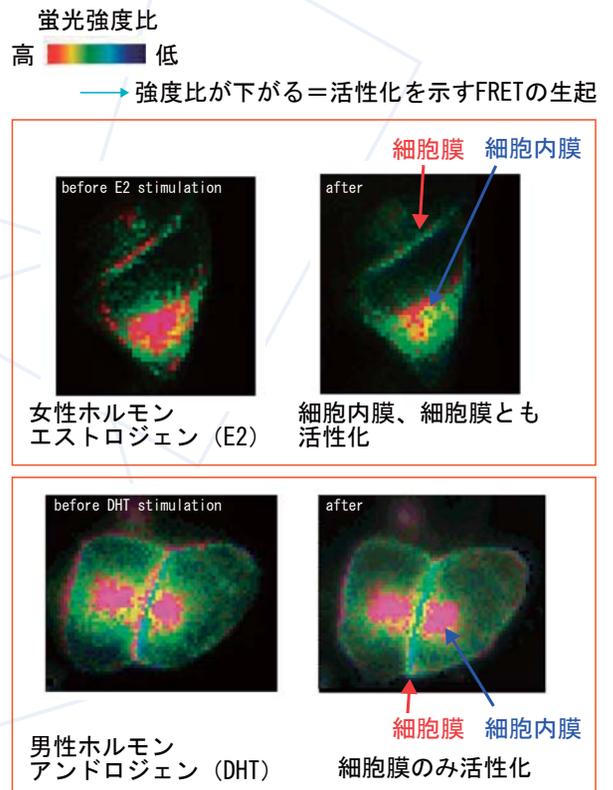


図 2: エストロジェン (E2) 及びアンドロジェン (DHT) による TM-Srcus の FRET 応答の違い。TM-Srcus の蛍光強度比を擬似カラー表示した。E2 刺激の場合は細胞膜および細胞内膜の両方で擬似カラーが赤から緑色に変化しているのに対して (上段), DHT 刺激で細胞膜のみが緑色に変化している (下段)。

ゆっくり地震のスケール法則

— 新たな地震の支配法則の発見 —

井出 哲 (地球惑星科学専攻 講師)

プレート沈み込み帯ではさまざまな奇妙な地震のような現象が発生していることがわかってきた。一見、異なるこれらの現象も実はひとつの「ゆっくり地震」を異なる時間スケールで見たものと考えられる。これらの現象は、時定数に比例した空間サイズをもつという単純な法則で支配されているらしい。似たような現象はプレート沈み込み帯に限らず地球のあちこちで見つっており、その物理プロセスの解明は巨大地震発生プロセスをはじめとした地球内部の変動の理解にとって重要である。

日本列島の下には南東からフィリピン海プレートが沈み込み、その結果として1944年東南海地震や1946年南海地震のようなマグニチュード8級の巨大地震が過去に何回も発生している。これらの地震の震源とみなされる領域のすぐとなりで2000年頃から、奇妙な現象の報告が相次いでいる(図1)。それらは(1)深部低周波地震、(2)深部低周波微動、(3)超低周波地震、(4)スロースリップなどとよばれ、それぞれ異なる特徴をもつ異なる現象と考えられてきた。

東京大学とスタンフォード大学の合同研究グループ(井出哲講師、G. C. ペローザ教授、大学院生D. R. シェリーほか)はとくに四国西部のこれらの現象に着目し、地震データの解析研究を行ってきた。これまでの一連の研究で、低周波地震と低周波微動がどちらも同じプレート境界のすべり

運動であることがはっきりした。さらに超低周波地震やスロースリップといわれる他の現象と比較すると、すべては同じ時期、同じ場所で発生した、同じ方向のすべり運動であるといえる。異なるのはその規模だけである。

そこで空間的なサイズを表す量として地震モーメント(断層の面積とすべり量の積に定数をかけたもの)、時間的な尺度として継続時間を比較してみると、両者はほぼ比例する(図2)。この関係は時間スケールで0.1秒から数カ月程度(約8桁)でなりたっており、地震モーメントと継続時間の3乗が比例する通常の地震のスケール法則とは大きく異なる。地震波のスペクトルなどとともに検討すると、これまで異なると考えられてきた(1)から(4)の現象は、時間スケールのもっとも短い深部低周波地震を単位として成長していくプレート間のすべり運動「ゆっくり地震」を、異なる時間スケールで観察したものと解釈できる。

今回、見つかった「ゆっくり地震のスケール法則」は、四国西部の現象だけでなく、世界中で発見されている同様の現象

にも適用できるかもしれない。その中には、西日本と同様の微動やスロースリップが発見されている環太平洋の沈み込み帯(アラスカ、カナダ米国境界、メキシコ、チリ、ニュージーランド)だけでなく、カリフォルニアのサンアンドレアス断層でのクリープ的な変動、ハワイ火山の下のスロースリップ、イタリアの古い断層のクリープや南アフリカ金鉱山での小さなスロースリップさえ含まれる。これらの現象がすべて同様の物理現象である必然性はないが、今回、発見したスケール法則が地震のような地下で起きるすべり運動の本質に関わるものである可能性は高い。このような奇妙なすべり運動の物理的なメカニズムの解明は、今後の重大な課題であり、地球内部の変形プロセスを理解する上で重要なカギを握る。

本研究は、S. Ide *et al.*, *Nature*, **447**, 76-79, 2007 に掲載されている。

(2007年5月1日プレスリリース)

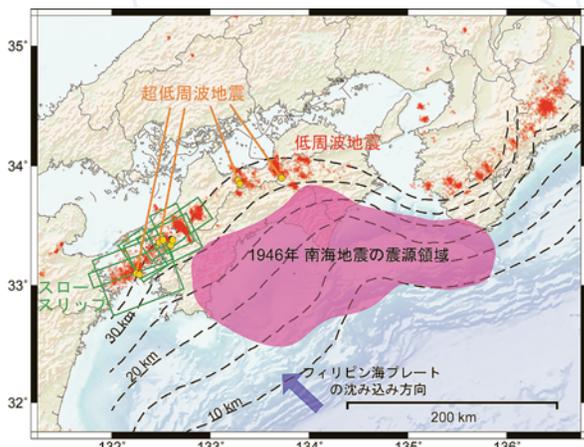


図1：四国西部のゆっくり地震の分布と南海地震の震源領域の位置関係。3種類のゆっくり地震は沈み込むフィリピン海プレートが深さ30-35 kmに達したあたりで起きている。

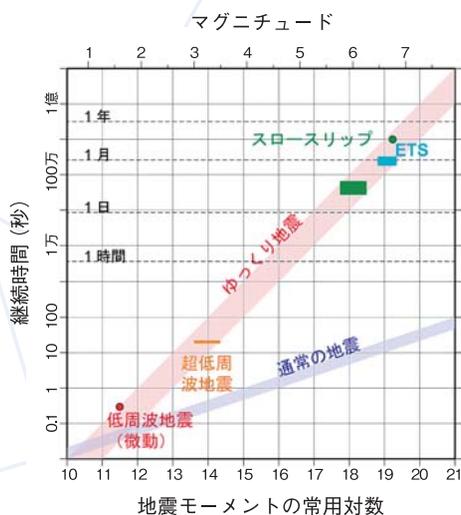


図2：ゆっくり地震と通常の地震のスケール法則の違い。通常の地震はマグニチュードが1大きくなると3倍長くなる。ゆっくり地震はマグニチュードが1大きくなると30倍長くなる。通常の地震はマグニチュード7でも継続時間は20秒程度しかないが、マグニチュード7のゆっくり地震は1年近くに達する。



「概日時計」

深田 吉孝 (生物化学専攻 教授)

私たちが一日周期で目覚めたり眠くなったりするのは、外界が明るくなったり暗くなったりするからではない。光や温度など外部環境の変化を遮断した地下実験室で生活しても、約1日周期の活動や体温のリズムが継続する。この実験結果から、われわれが体内時計を持っていることがわかる。ヒトだけでなく、植物やバクテリアを含めて多くの生物は体内時計をもち、朝になると植物は花を開いて受粉に備え、シアノバクテリアは窒素固定をやめて光合成に切り替える。このような生物リズムは、概(おおむ)ね1日周期という意味で概日(がいじつ)リズムと呼ばれる。英語では、ラテン語の約(circa)と1日(dies)を連ねた造語“circadian”(約1日)を使ってサーカディアンリズムと呼ばれる。

ヒトの睡眠や体温のリズム周期は約25時間で1日より少し長い。ところが

通常の生活では外部環境の変化が刺激となり、体内時計の位相を前進させて1日周期に同調する。この同調因子として、ほぼすべての生物が光を利用している。ヒトの場合、眼の網膜で受容された光情報は視神経を通して視覚を担う脳内領域に運ばれるが、ごく一部の神経は、わき道へそれて視床下部の時計神経に入力し、その時刻合わせを行う。ヒトは、朝に浴びる光でリズムの位相を1時間だけ補正して(前進させて)いる。いっぽう、生物実験でよく使われるハツカネズミの系統では、リズム周期が23時間に近いので、重要な位相同調(後退)因子は日没前の光である。野外の観察によると、夜行性のネズミは夕暮れになると巣穴の入り口に近づいて外を窺うという。巣穴の入り口で浴びる夕暮れの光を使って位相を後退させているらしい。

この数年、概日時計が24時間を刻む分子機構の解析が爆発的に進み、多くの時計遺伝子が見つかった。特定の時計遺伝子が活性化されてタンパク質に読みとられ、これが自らの遺伝子の活性化を抑制する、という「自己制御フィードバックループ」が概日時計の分子骨格であることがわかってきた。しかし、このような単純なループがなぜ24時間というひじょうに長い周期の分子サイクルを安定に生み出すのか、また、いかにして明暗サイクルなどの環境因子に同調しているのか、といった多くの疑問が残されている。このような研究課題に対して本研究科では、生物化学専攻の深田研究室が概日時計の発振機構と位相同調の分子解析に取り組んでいる。また、広い意味での生物のリズム現象として、体節形成の時計機構に武田研究室(生物科学専攻)が取り組んでいる。



「元素代替」

一杉 太郎 (化学専攻 助教)

ニホンオオカミ、トキ、イリオモテヤマネコ。これらは日本から絶滅した、あるいは絶滅が危惧されている動物たちである。人間の経済活動による地球環境変化や乱獲により、多くの動植物が地球上から姿を消してきた。同様なことが資源にも当てはまり、いくつかの元素が枯渇の危機にある。

街なかの金属が盗難に遭い、転売される事件はよく耳にするところである。先日は黄金製の風呂が盗難にあったとか。これら事件の背景に、希少元素資源の価格高騰がある。経済活動の発展による希少資源の取り合いがこの主要原因になっている。このような希少資源をめぐる社会の動きは急であり、希少資源産出国は希少元素を戦略物資ととらえて囲い込みをはじめ、資源

ナショナルリズムとも呼ぶべき外交カードに使う動きもある。さらに、近年は投機対象にもなっており、急激な価格変動にさらされている。政府もこのような資源枯渇問題対策が重要と考え、4R、すなわち、希少資源のリサイクル(Recycle)、再利用(Reuse)、削減(Reduce)、元素代替技術(Replace)を念頭に置いたさまざまな取り組みを始めている。

とくに元素枯渇の危機にさらされているのが、インジウム(In)、タングステン(W)、ジスプロシウム(Dy)である。Inは透明電極、Wは超硬工具、Dyは強磁性体用材料として産業上不可欠な元素となっている。Inでは、“最短で2011年にインジウムが枯渇する”とのレポートが2006年に新エネルギー・産業技

術総合開発機構(NEDO)から公表されているほど、代替技術開発は急を要している。科学技術には、これら元素を使わずに、現行技術を代替するための原理や手段を社会に提供することが強く望まれている。

化学専攻の固体化学研究室では、In消費量を削減するため、二酸化チタン(TiO₂)で透明電極の代替を目指す研究を進めている。チタン(Ti)はクラーク数(地殻中の元素存在度)が10番目と、大量に地球上に存在する。またTiO₂は毒性がひじょうに小さく、食品添加物でもある。持続的発展可能な社会の実現に向け、安心・安全な物質による社会の構築が求められている。“元素代替”は科学技術が目指すべきひとつの方向性である。



「スノーボールアース」

田近 英一（地球惑星科学専攻 准教授）

「雪玉地球」というこのユニークなネーミングは、カリフォルニア工科大学教授で本研究科にも在籍したカーシュビंक（J. L. Kirschvink）博士によるもの。原生代末期（約6億年前）には地球の表面全体がほぼ完全に凍りついていたのではないかと、という仮説である。「全球凍結仮説」とも呼ばれる。

原生代末期に大氷河時代が訪れたらしいことは、20世紀前半から知られていた。ところが、当時の赤道域に大陸氷床（大陸スケールの氷河で山岳氷河とは異なる）が存在していたという確実な証拠が得られた。赤道域に氷床とは、いったいどんな状況だったのだろうか？それだけではない。同じ時期には酸化鉄が大量に形成されている。これは地球史において約10億年ぶりの出来事である。カーシュビंक博士は、

地球全体が凍結したと考えればそうした「謎」が説明できることに気がつき、この仮説を発表した。1992年のことである。

その後、氷河堆積物直後に熱帯性の炭酸塩岩（キャップカーボネート）が堆積しているという「謎」がクローズアップされた。しかも、キャップカーボネートに炭素同位体比の異常値が発見された。ハーバード大学のホフマン（P. F. Hoffman）教授らは、これらは全球凍結直後の温暖化と生物活動の完全な停止を示す証拠である、とする論文を1998年にサイエンス誌に発表し、スノーボールアース仮説は一気にブレイクした。

この仮説は、従来の地球史観を覆すもので、大論争に発展した。なかでも、光合成藻類が液体の水が存在できない

ような環境を生き延びたとは考えられない、という反論は深刻である。しかし、数々の「謎」を統一的に説明できる魅力から、現在では多くの研究者がスノーボールアース仮説を大筋で受け入れるようになった。

全球凍結は、地球史において約22億2千万年前、約7億年前、約6億5千万年前の少なくとも3回生じたらしく、大気中の酸素濃度の増加や、真核生物と多細胞動物の出現といった生物の大進化と因果関係があったのではないかと考えられるようになってきた。もし本当だとしたら、われわれがいるのも全球凍結のおかげということになる。

本研究科では、筆者が中心となって地球惑星科学専攻の多田隆治教授や橘省吾助教らと理論的・物質科学的両側面から関連した研究を行っている。



「超紐理論」

松尾 泰（物理学専攻 准教授）

一般相対論と量子力学の統合は、通常の場合の量子論で用いられる発散の処理（くりこみ）が困難なため、長年にわたり未解決の問題として残されてきた。ここ20年ほどこれを解決するものとして注目され盛んに研究されてきたのが、超紐理論（超弦理論、スーパーstring理論などとも呼ばれる）である。

超紐理論では物質の基本的な構成物質である素粒子を点ではなく、紐で記述されていると考える。場の量子論に現れる発散の原因は、素粒子が点であるために点の周りに現れる場の近距離の積分（紫外発散）である。粒子を紐に置き換えることにより、このような発散が弱められ、さらに超対称性（統計性の異なる粒子の間の対称性）により残った発散の相殺が起こる。その結果、くりこみを必要としない理論体系ができあがる。

超紐理論は時空の次元が10次元でないと矛盾が生じてしまうので、高次元から現実の4次元を構成する必要がある。このとき余った6次元は小さな空間にする必要があるが、この空間の形に依存してさまざまな素粒子が得られる。巧妙に構成を行うと現在知られている素粒子をすべて含むモデルも得られることが最近わかってきた。この意味では超紐理論は4つの基本的な力（電磁気力、重力、強い力、弱い力）を統一的に記述する理論体系（大統一理論）と考えられている。超紐理論は点の代わりに紐という1次元の物体に基礎を置くため、無限自由度の厳密な取り扱いができて初めて具体的な計算が可能になる。このような性格のため超紐理論は数学との関連がたいへん深くなり、代数学や幾何学ととくに大きな影響を与えて、活発な境界領域が構成

されている。

また超紐理論はさまざまな理論構築のアイディアの実験場という側面ももっている。必ずしも直接、実験に結びつかないアイディアであっても、超紐理論の枠組みの中で純粋理論として発展し、その後より現実的な理論の中に組み込まれることがある。たとえば高次元中の膜のアイディアは初期宇宙モデルの構成に新たな視点を与え、強結合系と弱結合系の間の対称性（双対性）は核力の計算などに重力理論を用いるなどといった、まったく新しい手法を提供している。

超紐理論の研究は本研究科では筆者の研究室で行われている。また大統一理論や宇宙論に関連する境界領域の研究は物理学専攻の柳田勉教授、濱口幸一准教授、佐藤勝彦教授の各研究室で行われている。



「量子暗号」

村尾 美緒（物理学専攻 准教授）

暗号とは、メッセージに何らかの方法で細工をすることによって、第三者がそのまま読んでもメッセージの内容がわからないようにして通信を行うことである。昔は、一般人にとって、暗号乱数表を用いてメッセージを送信する共有鍵暗号などに触れることは、スパイ映画などに出てくる程度の日常的なものであったと思う。しかしながら今日では、インターネットの発展によって公共回線を通して秘密情報のやりとりを行う必要性が増し、暗号は日常生活に不可欠なものになっている。実際、ネットショッピングなどをする際にクレジットカード番号を安全に送信することができるのも、公開鍵暗号と呼ばれるタイプの暗号の恩恵である。

暗号では、通常、暗号化のための鍵と復号化のための鍵の2種類の鍵を用いる。前述の共有鍵暗号では、暗号鍵と復号鍵が共通の乱数列からなり、鍵を再利用したり外部に漏らしたりしない限り、鍵を持たない者がメッセージの内容を解読す

ることは不可能である。このタイプの暗号では、「アリス」と呼ばれる送信者と、「ボブ」と呼ばれる受信者の間で、「イブ」と呼ばれる盗聴者にばれないように乱数列を共有する必要がある。鍵は使い捨てのため暗号通信を続けると乱数列が足りなくなってくるが、暗号乱数表そのものをイブが盗聴を待ち受ける通信路で送ることはできない。さて、どうするか？

この解決策が、量子鍵配送（QKD）と呼ばれる量子暗号（Quantum cryptography）である。量子鍵配送は、光のもつ量子力学的な性質を利用して、イブが待ち受ける通信路を通してアリスとボブの間で乱数を共有する方法である。量子力学では、未知の量子状態を測定して状態を知ることができず（不確定性原理）、また、未知の量子状態のコピーを作ることできない（クローン禁止原理）ため、アリスとボブにばれないようにイブが盗聴をすることができない。また、エンタングルメントと呼ばれる量子力学的な非局所相関

の性質から、無条件安全性が保障されている。公開鍵暗号と呼ばれるタイプの暗号は、量子コンピュータの出現によって安全性が脅かされるのに対して、このタイプの量子暗号は、量子コンピュータが実現されても安全性が失われない。ひじょうに高価ではあるが、既に市販品も存在している。

ところで、量子鍵配送を行うためには、アリスとボブの間で認証が確立していることが前提となっている。イブがボブになりすましていることに気がつかなければ、アリスはイブとの間で秘密鍵を共有してしまう。現状の認証では公開鍵暗号の性質を使うため、量子コンピュータが実現されれば、認証の安全性が保障されなくなってしまう。そこで、理学系研究科の村尾研究室では、量子コンピュータが実現される未来において認証の安全性が保障されるような量子暗号システムである、秘匿量子計算を提案して研究を進めている。



「錯視とウェーブレット・フレーム」

新井 仁之（数学科 教授）

私たちがものを見ているとき、眼から入った外界の情報は網膜から始まって、脳のさまざまな領域で処理されている。このとき脳はどこでどのように情報処理を行っているのだろうか。これは知覚心理学や脳科学における主要な研究テーマのひとつである。現在ではfMRIの発展により、「どこで」の方はだいぶわかってきた。しかし「どのように」という部分、つまりどのようなアルゴリズムで情報処理が行われているかは解明されていない部分も多い。筆者はそれを明らかにするために、ウェーブレットの一般化であるウェーブレット・フレーム、とくにフレームレットを使った新しい視覚系の数理モデルの開発とそれによる視知覚の研究を行っている。ウェーブレットは1980年代から工学、物理学、数学の研究者により新しいタイプの数学的道具として研究が進められ、これまでさまざ

まな分野に応用されてきた。たとえば画像データ圧縮の新方式JPEG2000にも使われている。これに対して、ウェーブレット・フレーム、フレームレットは2000年前後から研究が始められたものだが、ウェーブレットに比べ冗長であるためデータ圧縮への応用などには適さず、現時点での応用研究はまだ少ない。しかしフレームレットをうまく工夫して構成すると、視覚系のニューロンが連合して作る方位選択性と周波数選択性を兼ね備えた受容野の機能のひじょうに良い数理モデルを作れることを筆者らは見出した。しかも計算の高速アルゴリズムも可能であり、計算機実験に適していた。これを用いてわれわれは、まず視覚系の数理モデルの骨組みを作った。次に視覚野のニューロンが行うと考えられる統合的情報処理の数理モデリングを行い、その骨組みに組み込むことにより視覚の数理モ

デルを設計した。

この視覚の数理モデルを用いて、筆者らは錯視、すなわち視覚の錯覚の研究を進めている。もし数理モデルが適切ならばそれを実装した計算機も人間同様、錯視を起こすはずである。現在までにこの数理モデルによる統一的な方法で、明暗の錯視や色の対比錯視などを発生させる計算機シミュレーションを行うことができた。このことは錯視がどのような情報計算により発生するのかも示唆している。新しい数理科学的方法による錯視の研究が可能になってきたといえよう。ところで錯視を起こすアルゴリズムで自然画像を処理してみると、画像が鮮鋭化された。錯視は視覚系の欠陥であるという意見もあるが、われわれの研究結果は、むしろ錯視がものをよく見ようとするために形成された視覚系の副産物であることを示している。

附属施設探訪本郷編

第2回

東京大学大学院理学系研究科附属

地殻化学実験施設

施設長 野津 憲治（地殻化学実験施設 教授）

名称の由来

地殻化学実験施設は、昭和53年(1978年)4月に理学部の附属施設として新設されたので、来年で30周年を迎える。「地殻化学」という名称は、口あたりがよく憶えやすい名前であるが、理化学辞典や地学事典に項目として載っている学問分野ではなく、対応する英語名もない。あえて言えば“Chemistry of crust”である。また、当施設の英語名称は“Laboratory for Earthquake Chemistry”であるが、これを日本語に直訳した「地震化学」とも異なる。このような名称が付けられるに至った背景には、創設当時の関係者の苦勞が込められている。

当施設の沿革は、創設より5年ほど前の昭和48年(1973年)にまで遡る。その当時、理学部地球物理学教室の浅田敏教授は地震予知を目的とした地球化学研究を日本で始めたいと思い、その意向を受けた放射性同位元素研究室の脇田宏助手を中心に、地下水中に溶存するラドンの研究がスタートした。地震を地球化学的に研究することの目新しさと重要性が世界的に認められた時代で、昭和50年(1975年)7月に出された文部省測地学審議会の「第3次地震予知計画一部見直し」の建議に沿う形で、当施設が田丸謙二理学部長のもと新設されたのであった。名称については、将来研究分野が拡大することを念頭に置いて、当事者は「地球化学研究施設」としたかったが、「地球化学」では対象が広すぎるとの反対があり、「研究施設」では時限がつくということで、現在の

名称に落ち着いたと聞いている。しかし、地震が地球の最表層部の地殻より深いマントルで起きていることから、現在の施設名は体を表していない。地殻を代表として、地球全体の化学的研究を推進するという精神は、発足10年目に作ったパンフレットの表紙(図1)に描かれており、現在の施設はまさにそれが実現している。英語名称は、逆に当時の研究分野を一言でわかるようにしたいという思いで、多少の違和感ももちつつも、“Laboratory for Earthquake Chemistry”としたと聞いている。

施設のあらまし

昭和53年(1978年)発足時には脇田宏助教授と中村裕二助手の2人が専任教官で、地震予知を目的とした地球化学観測網の整備を行うと同時に地球化学の基礎研究にも力を入れた。この頃の研究成果としては、マントル起源ヘリウムの地震断層を通じた放出を明らかにしたこと、1978年伊豆大島近海地震前に地下水中のラドン濃度異常を検知したこと、活断層では岩石破壊時に水と反応して水素が生成することを示したことなどである。

昭和57年(1982年)以降4回の整備がなされ、

平成7年(1995年)には教授2名、助教授2名、助手3名、技官1名(その後の削減で現員はない)となり、現在に至っている。その間に、研究分野は、創設当初の期待通りに、火山化学、海洋底化学、地球深部化学と地球化学のいろいろな分野へ拡大し、地球惑星で起きているさまざまな現象を化学的な側面から解明する、国内外でも特色のある研究教育機関に成長した。

現在の地殻化学実験施設は、教員6名、時間雇用の事務補佐員1名、研究機関研究員1名、研究支援推進員1名と、学振や科研費雇用のポスドク、事務支援員数名から構成されており、大学院生10

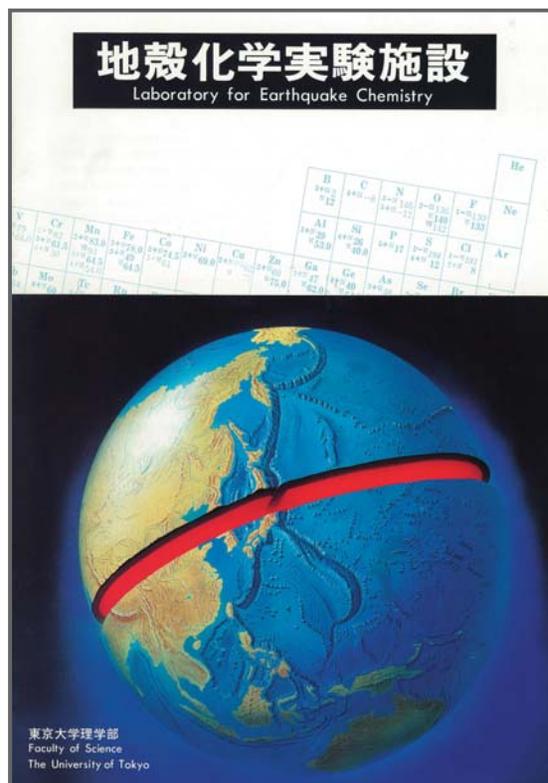


図1：1988年に作成した附属地殻化学実験施設のパフレットの表紙



■ 図2：構成員の集合写真（2007年4月撮影）

数名、卒業研究学部生数名が加わる。

図2に本年4月に撮影した当施設構成員の集合写真を示す。学問の性格上国際交流もきわめて盛んで、イタリア、スペイン、イギリス、アメリカ、中国、韓国など10ヶ国以上と共同研究を行い、日常的に外国人の研究者や大学院留学生が当施設で研究を行なっている。

地殻化学実験施設の理学系研究科内での最大の特徴は、親元になる専攻を持たないことである。地球化学が1900年代初頭に地質学と化学との間に誕生したことと符合して、地殻化学実験施設も化学、地球物理学、地質学が融合する学問領域をカバーする研究組織として誕生した。親専攻のないことは、研究面では独自性が保てるなど良い面も多いが、運営面で孤立無援となり、難しい舵取りを強いられることもあった。

教育活動では、平成5年（1993年）の理学部の大学院重点化に際して、地殻化学実験施設は化学専攻の協力I講座として、化学専攻の大学院学生定員の算定に加わり、地球化学研究室（野津、鍵）と惑星化学研究室（長尾）を組織した。さらに、化学科の学部教育で講義や実習、卒業研究を分担している。また、地球惑星科学専攻の教育も分担しており、地殻化学実験施設では2つの専攻から入学

した大学院学生と一緒に机を並べている。研究室は、化学東館、化学西館、理学部4号館などに分散しているため、能率が悪く、いずれの日か一カ所へまとまることを希望している。このほか、理学系研究科が管理している鎌倉市由比ヶ浜の敷地に観測研究の拠点となる観測所を擁している（図3）。

施設の研究者たち

地殻化学実験施設の30年の中で、研究者の入れ替わりを契機として研究課題の変遷があり、現在は大きく分けて4つの研究課題が走っている。それらの最新の成果を表にまとめ、関連する写真や図を表紙に載せる。研究活動は6名の常勤スタッフ中心に実施されているが、関連する全国の研究者や世界の研究者との共同研究によっている研究も多く、地球化学研究の拠点の役割を果たしてきた。当施設で行っている研究が、既存の専攻が扱う分野にまたがる学際領域（それぞれの専攻から見れば周辺領域）であるためか、研究スタッフも、出身学科、専門分野、経歴などがまちまちで、ヘテロな集団が組織を作り、組織の活性のもととなっている。その6名を簡単に紹介しよう。

まずは、執筆している私の自己紹介で

ある。化学科の出身だが、研究者人口の少ない分野でじっくり研究したいと、隕石の同位体を扱う宇宙化学から出発した。その後、火山岩同位体化学、火山の化学観測、活断層の化学と研究テーマをほぼ10年周期で変え、その度に研究対象や研究手段が変わった。このような広く浅くの研究姿勢と正反対なのが長尾教授である。実験物理の研究室で質量分析装置製作のイロハを学び、現在に至るまで希ガスの質量分析一筋で、高感度化、高精度化の中から新しい発見をし、新しい学問を作るのに貢献した。東大転任後の目玉は、レーザーを用いた微小領域、微小試料の希ガス質量分析法の開発で、Eコンドライトのコンドラール中に濃縮している希ガスを発見して、原始太陽系進化過程で強い太陽風照射が起こった証拠を示した。また、マイクログラム程度の宇宙塵一個ずつの希ガス同位体測定を可能にして、その起源を研究している。このような極微量同位体分析の実績により、小惑星イトカワの試料が地球へ回収された際には、初期分析チームの一員として希ガス分析を担当することになっている。長尾教授はフィールドワークもこよなく愛し、カメルーンや南極、韓国、中国、ギリシャ、トルコなど世界中で火山・温泉ガスの試料採取を自ら行い、研究成果を出している。スタッフの中で最年少の角野助教は、化学科の出身でありながら、質量分析装置の改良に力を発揮し、希ガス同位体からマンツルの構造と物質循環を論じる研究で成果を得ている。1年間のイギリスでの研究生活を終え、この文章が出版される頃には新しい気持ちで帰国しているはずである。

地殻化学実験施設の中で存在感が際立つのが、鍵准教授である。化学科の出身で、博士課程の途中で工学系の学科に就職したことからわかるように物質科学の申し子でもある。9年前に東大へ着任した後は、鉱物-流体反応の理解を目指した結晶表面の原子レベル観測や不純物元素周辺の

局所構造の解明、地球深部での物質の存在状態の解明を目指した高圧下でのスペクトル測定や回折結晶学的な研究を展開し、とくに超高压下の中性子回折実験によって、地球深部を構成するケイ酸塩物質中に含まれる水の存在状態を初めて明らかにしたことは注目に値する。彼は競争的資金の獲得にも才能を発揮し、超高压下の中性子科学を推進する学術創成研究が今年度からスタートした。また、東海村のパルス中性子実験施設に地球科学研究に特化した高温高压実験用ビームラインを建設しようと国内の研究者を組織化しリーダーシップを発揮している。

地殻化学実験施設の中でフィールドサイエンスを支えているのが、地球物理学出身の森准教授で、国内にとどまらず、世界中の火山の観測に飛び回っている。火山ガスの遠隔分光観測では大学院生の頃から海外の研究者に一目置かれていた（表紙写真）。最近では、自作した装置で火口から出る二酸化イオウの可視化に成功し、噴煙の動態が手に取って見えるようになり、放出量の時間変化を短時間で追尾できるようになった。角森助教もまたフィールドサイエンスを支えている。応用物理学出身で、高

(1) 地震活動に関連する地球化学的研究

- ・地下水溶存ガス多成分同時連続分析法の開発と地震観測への応用
- ・活断層や深部低周波微動域から放出するマンテルヘリウムの検出

(2) 火山性流体を用いた火山活動の研究

- ・赤外吸収分光による火山ガス化学組成の遠隔測定法の開発
- ・火山噴火に伴う二酸化炭素拡散放出量の変化の検出
- ・火山噴煙中の二酸化硫黄の可視化法の開発

(3) 希ガス元素、同位体を用いた地球惑星化学の研究

- ・原始太陽系星雲での太陽風照射を示すコンドルールの発見
- ・マンテル起源物質や火山岩を用いた沈み込み帯での希ガス循環の検証

(4) 地球内部の化学現象に関連した物質科学的研究

- ・高圧下での中性子回折による含水鉱物の水素位置の決定
- ・CO₂ 流体包有物のラマンスペクトルからの岩石の深さ起源推定
- ・走査近接場光学顕微鏡の作成とそれを用いた粒間・粒内の残留圧力マッピング

■ 表：地殻化学実験施設で行なわれている研究と最近の主要な研究成果

分子科学から地球化学への転身をはかった。測定装置作りと情報処理が得意で、地震活動に関連した揮発性物質の放出を観測する新しい手段を開発し、そのような現象の基礎となる岩石破壊実験でも成果を得ている。

施設の将来

地殻化学実験施設は、既存の専攻がカバーする研究領域とは一線を画する地球化学の分野で研究教育活動を行ない、実

績を挙げてきた。地震の化学的な研究から出発して研究分野の拡大を図りつつ、地球化学の進展に貢献してきたが、これからの、理学系研究科附属の施設としては温故知新の精神で、新たな研究領域を開拓して行く使命を担っている。そのひとつの候補として、2007～2011年度学術創成研究として採用された「強力パルス中性子源を活用した超高压物質科学の開拓」を施設としてサポートすることになる。地殻化学実験施設では2006年度に自己点検を行ない、外部評価を受けた。その結果、現在走っている研究課題については高い評価をいただいたが、施設が将来に向けてどのような方向を目指すべきかについてはいろいろな意見が出された。これらの意見をふまえ、当施設ではさらなる発展を遂げるための方策の検討に入っている。具体的な研究課題は時代とともに変わるが、化学的な手法で地球の現象を研究し、教育するという基本的なスタンスは変わらない。これまで学内外、国内外を問わず多くの研究者が当施設を来訪し、数多くの共同研究が行われてきた。今後はこれまでのアクティビティをより有機的に機能させることができるような組織作りに取り組んでいきたい。



■ 図3：観測研究の拠点、鎌倉観測所

二宮敏行先生のご逝去を悼む - 研究と講義のスタイル -

木村 薫 (新領域創成科学研究科 教授)

二宮敏行名誉教授(物理学専攻)は、ご療養中のところ2007年4月20日、享年76歳にて逝去されました。先生は、1953年に東京大学工学部応用物理学科を卒業、1958年に博士課程を修了されました。その後、同大学物性研究所助手を経て、1963年に東京大学理学部物理学科助教教授、1981年に同教授に昇任され、1991年に停年により中央大学理工学部教授に転任されるまで、本学部物理学教室において研究と教育に尽力されました。

先生のご研究は「固体におけるトポロジカルな乱れ」を統一テーマとされ、結晶中の転位から、アモルファス固体、準結晶へと展開されました。先生の研究スタイルの最大の特徴は理論と実験の両立でした。ご自身は紙と鉛筆による理論研

究を好まれましたが、研究室ではさまざまな実験手段を用いた実験研究やコンピュータを用いたシミュレーション研究も指導されました。原子の集団運動を記述する転位座標を導入し導出された「フラタリング機構」は先生の代表的なお仕事です。結晶に転位を高密度に導入してアモルファス構造のモデルを構築されました。また4面体と8面体のパッキングとしてアモルファス金属の構造を記述する提案はたいへん独創的なものでした。ペンローズタイルを理想アモルファス構造として捉えようとされましたが、このタイルの特徴をもつ物質が準結晶として発見されたのはたいへんな驚きでした。

先生は常に緻密に考えられ、講義は黒板の端から端まで使って完結させるひじょう



■ 故・二宮敏行名誉教授

に明快なものでした。私は、この先生なら物理を分からせてもらえると思い研究室を選びました。先生の講義ノートは、現在の私の講義の基になっています。先生は50代でパーキンソン氏病を発病され20年以上頑張られました。数年前からは車椅子でしたが、頭脳は明晰で最後まで紙と鉛筆を使って理論計算されたメモが残っています。私がお預かりしながら、忙しさにかまけて検討できずにいる先生との共著論文があり、たいへん申し訳なく思っております。先生のご冥福を、心からお祈り申し上げます。

人事異動報告

所属	職名	氏名	異動年月日	異動事項	備考
生化	助教	眞田 佳門	2007.4.15	辞職	大阪大学大学院医学系研究科准教授へ
化学	准教授	磯部 寛之	2007.4.30	辞職	東北大学大学院理学系研究科教授へ
生化	助教	清水貴美子	2007.5.1	採用	

東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧

(2007年4月、5月)

(※)は原著が英文(和訳した題名を掲載)

種別	専攻	申請者名	論文題目
2007年4月23日付学位授与者(1名)			
課程博士	化学	仲谷 博安	イヌ・ミルク・リゾチームのフォールディングとアンフォールディングの平衡論と速度論(※)
2007年5月21日付学位授与者(3名)			
論文博士	物理	白岩 俊一	電子バーンシュタイン波による球状トカマクプラズマの計測と加熱の研究(※)
論文博士	地惑	植竹 富一	堆積盆地構造が地震動に与える三次元効果-足柄平野の強震観測記録に基づく検討-
論文博士	化学	半村 哲	遷移金属クラスターイオンの気相反応とサイズ依存性(※)
2007年5月31日付学位授与者(4名)			
課程博士	地惑	白井厚太郎	生物源炭酸塩の微量元素変動(※)
課程博士	生科	木矢 剛智	ミツバチのダンスコミュニケーション能力の神経基盤に関する研究
課程博士	生科	関水 康伸	先天性甲状腺機能低下症モデルメダカ <i>c119</i> の解析(※)
課程博士	生科	中橋 渉	変動環境下での社会学習における同調伝達の進化(※)

木曾観測所一般公開のお知らせ

木曾観測所所長 中田 好一（附属天文学教育研究センター 教授）

毎年夏休みに恒例の木曾観測所と名古屋大学太陽風観測所の施設公開を2007年8月4日（土）13時から21時まで行います。当日の昼間は（1）望遠鏡とドームはどんな風に動くの？、（2）望



■ 図1：シュミットドームでの講演会

遠鏡なら昼間でも星が見えるって本当？、（3）赤外線で見える不思議な世界、（4）太陽黒点は本当に黒いのかな？、という多彩なアトラクションがあり、さらに（5）シュミット望遠鏡が見た宇宙という天体写真の展示も行います。

夕方は天文講演、夜間には天体観望会を行います。木曾の真っ暗な夜空に横たわる天の川はたいへん印象的です。観測所は木曾福島駅から10キロ、車で約20分です。近くに人家がありませんから飲食物は各人でご用意ください。



■ 図2：夜の天体観望会

詳しくは下記ホームページをご参照ください。

<http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/kisohp/>
問い合わせ先：東京大学木曾観測所
TEL：0264-52-3360

あとがき

理学系研究科・理学部ニュースの7月号が完成いたしました。これまでのニュースとは趣を変え、今号では学生の方々からも多くの寄稿をいただいています。とくにESSVAPの参加者の方達には、プログラムに参加しての感想を全員から寄せていただきました。

“理学は世界のものだ”。標準的な理学系の研究者は、いつごろそれに気付くのでしょうか。最初に国際学会に参加したときでしょうか。それとも、国際誌に論文が掲載されたときでしょうか。少し違う気がします。そのような

折に覚えるのは、“自分の競争相手は世界だ”，といった、もう少しせば詰まった感覚である気がします。“理学は世界のものだ”は、それよりも気宇の大きさを感じさせる言葉です。

自分の学生時代にこのようなプログラムがあり、今よりすこしだけ感性がみずみずしいときに理学の世界性を感じとることができていたならば・・・この編集を通して、そんなふうを考えてしまう自分を発見し、少しだけ落ち込んでしまいました。

上田 貴志（生物科学専攻 准教授）

第39巻2号

発行日：2007年7月20日

発行：東京大学大学院理学系研究科・理学部

〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

編集：理学系研究科広報委員会所属 広報誌編集委員会 (e-mail: kouhou@adm.s.u-tokyo.ac.jp)

牧島 一夫（物理学専攻）maxima@phys.s.u-tokyo.ac.jp

横山 央明（地球惑星科学専攻）yokoyama.t@eps.s.u-tokyo.ac.jp

上田 貴志（生物科学専攻）tueda@biol.s.u-tokyo.ac.jp

米澤 徹（化学専攻）tetsu@chem.s.u-tokyo.ac.jp

渡辺 正昭（庶務係）mwatanabe@adm.s.u-tokyo.ac.jp

加藤 千恵（庶務係）c-kato@adm.s.u-tokyo.ac.jp

広報室：

横山 広美 yokoyama@adm.s.u-tokyo.ac.jp

HP担当：

柴田 有（ネットワーク）yuu@adm.s.u-tokyo.ac.jp

HP & ページデザイン：

大島 智（ネットワーク）satoshi@adm.s.u-tokyo.ac.jp

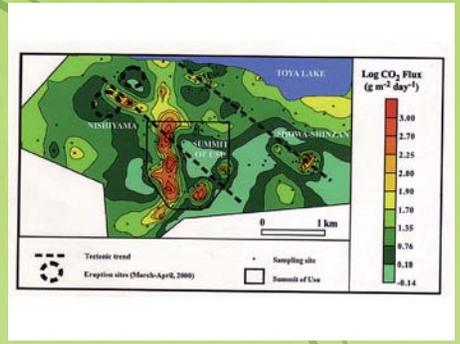
印刷・・・三鈴印刷株式会社



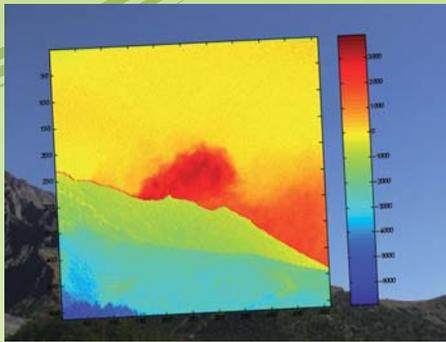
御前崎観測井戸に設置した地下水溶存ガス連続測定装置



岩石破壊に伴って放出されるガスの分析



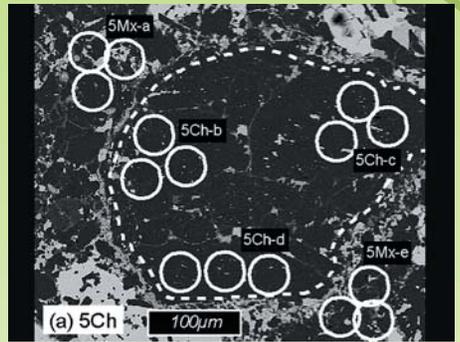
有珠山噴火前の二酸化炭素拡散放出のマッピング



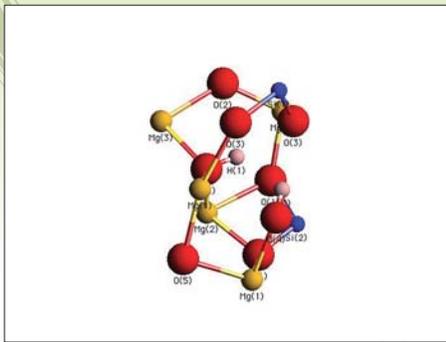
桜島から放出する噴煙中の二酸化硫黄の可視化



希ガス分析用質量分析装置



レーザー照射によるコンドール極微小域中の希ガス分析



高圧下での含水マグネシウムケイ酸塩の結晶構造



マントル鉱物中の流体包有物 (直径 1µm程度)



高圧下での二酸化炭素流体の観察

～附属施設探訪 本郷編 地殻化学実験施設より～